

実験トランジスタ・アンプ設計講座

黒田 徹

●実用技術編

第10章 回路シミュレータ SPICE 入門 (23)

マランツ Model 7 の思い出

S. B. Marantz 氏が設計したステレオ・プリアンプ Model 7 は 1958 年に発売されました。1960 年代は、マッキントッシュ C 22 と人気を二分する最高級プリアンプとして君臨しました。そして当時の自作プリアンプは、Model 7 か C 22 の模倣と相場が決まっていました。

Model 7 については、ほろ苦い思い出があります。私は 1962 年に初めてステレオ・アンプを作りました。高校 2 年の夏休みに高校の放送室のモニタ・アンプとして設計・製作したものです。これはプリ・メイン分離型で、「放送連一号」という密閉箱

に 16 cm スピーカ (コーラル 6 A 7, 800 Ω) をつけて鳴らしました。

以前に本誌に書かせていただいたように、当時の母校の放送設備は、送部顧問の N 先生の陣頭指揮のもと、およそ 15 年の歳月をかけ生徒たちの手で製作されたものを使っていました。

さて、そのモニタ・アンプですが、メインは小出力ながら音質優先の 50 C 5 (3 結) P.P. の OTL で、プリも音質最優先を目指しました。当然、マランツ Model 7 が頭に浮びました。しかし、イコライザ・アンプは LP 用の MM 型カートリッジと SP 用のクリスタル・カートリッジの両方に対応しなければなりませ

ん。ラジオ体操などのレコードは、まだ SP 盤を使っていたからです。

さらに、いまはヒータの DC 点火が一般的ですが、当時は AC 点火なので、初段のカソードがグラウンドから浮く KK 帰還方式はハム雑音を拾いやすいだろう、という心配がありました。そんな事情で Model 7 方式を諦め、けっきょく 6267 の PG 帰還でお茶を濁しました。

マランツ Model 7 を評価する

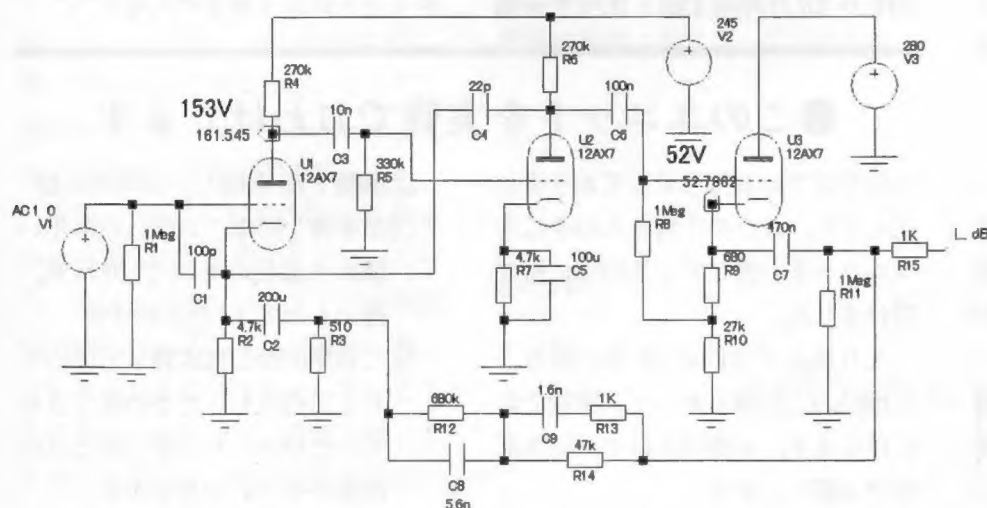
(1) モデル 7 の原回路と動作点

ラジオ技術 1962 年 8 月号オフセット・ページに掲載された原回路をシミュレーションします。全体(とくにロータリ・スイッチ周辺)はかなり複雑なので、とりあえずイコライザ・アンプ (第 1 図) を解析します。

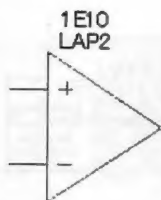
実際の Model 7 は初段の 12 AX 7 のグリッド~GND 間にカートリッジの負荷抵抗 47 k Ω が入りますが、シミュレーション回路 (第 1 図) の信号源抵抗はゼロなので、47 k Ω を省略しています。

12 AX 7 のデバイス・モデルは Koren モデルです。

原回路図には各部の DC 電圧値が記載されています。初段と 2 段目のプレート電圧の記載値は 153 V です。シミュレーション結果は 161.545 V でした。

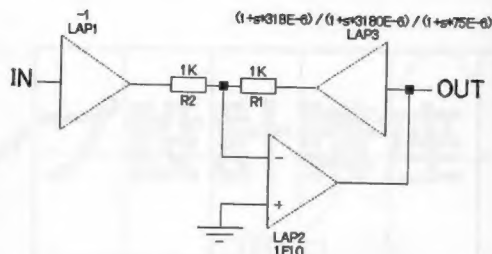
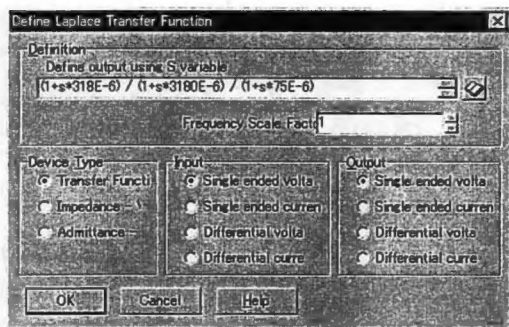


〈第1図〉マランツ#7プリアンプのイコライザ部の原回路

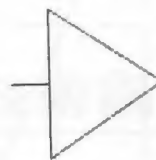


▲〈第7図〉ゲイン 200 dB
の差動アンプ

〈第8図〉RIAA 関数
を入力する



〈第10図〉逆 RIAA 特性を持つ回路



〈第9図〉
RIAA 特性の
アンプ

にします。なお、IN と OUT はコメントです。この回路をコピーし、第1図にペーストして第11図の回路にします。

RIAA 偏差のグラフを描く：第11図の回路を AC 解析すると第12図が得られました。45 Hz～20 kHz の RIAA 偏差は±0.1 dB 以内に入っています。20 Hz はゲインが 1.6 dB 落ちています。20 Hz までフラットにすることは可能と思われますが、レコードの反りや偏芯により発生する超低域の不要成分をカットするため、あえて超低域のゲイン

を落としているのでしょう。

(3) 超高域の周波数特性

第2図の周波数特性は 1 MHz 以上まで伸びているようなので、100 MHz までの周波数特性を AC 解析してみました。結果を第13図に示します。意外なことに 3.3 MHz で 4.7 dB のピークがあります。

安定性に疑問符がつくので、ループ・ゲインのボード線図で位相余裕を確認しましょう。第14図にループ・ゲインの測定回路を示します。入力電圧 V1 を短絡除去し、出力端子と帰還回路の間にゲイン=1 倍の

理想バッファ・アンプ (LAP1) と AC 1 V の電圧源 V1 を直列に挿入します。バッファ・アンプを入れるのは、フローティング AC 電圧源の信号電流が出力端子に流入するのを防ぐためです。

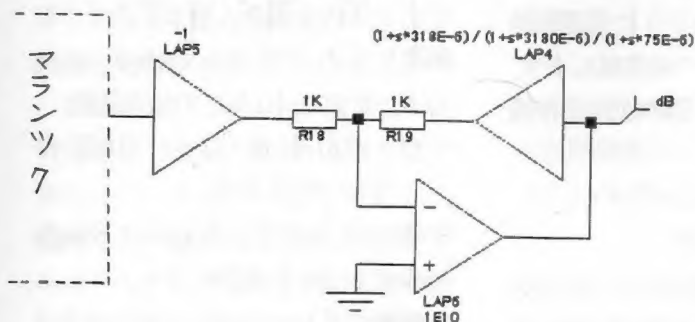
SIMetrix には、ボード線図を描くプローブがあります。メニューの [Probe AC/Noise]→[Bode Plot Probe...] をクリックして第14図の位置に貼り付けます。プローブと出力端子の間にゲイン=-1 倍のバッファ・アンプ (LAP2) を挿入します。

カソード・フォロワの負荷として帰還回路網を接続します。

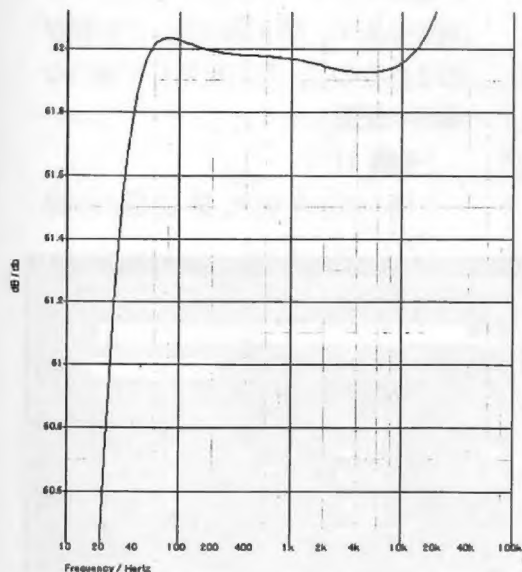
AC 解析を実行すると、ループ・ゲイン、すなわち(-出力電圧/帰還回路の入力電圧)の周波数特性(第15図)が表示されます。

第15図を見ると、ループ・ゲインが 0 dB になる周波数は 2.94 MHz です。そして 2.94 MHz における位相は -153° です。つまり、位相余裕は 27° しかありません。

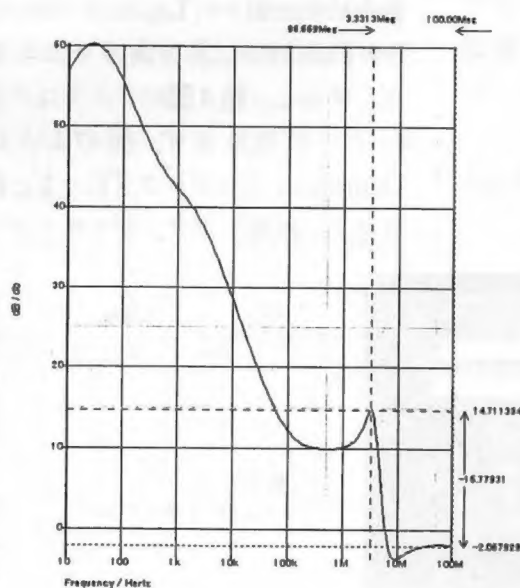
30 数年前、Model 7 方式のイコライザ・アンプを作ったある友人は、「高域発振気味だ」とこぼしておりました。しかし、マランツ



〈第11図〉
RIAA 偏差をシミュ
レーションする回路



〈第12図〉計算した RIAA 偏差



〈第13図〉3.3 MHz に 4.7 dB のピーク

氏を熱烈に信奉していた私は、「Model 7に限ってそんなことはあり得ない。製作技術が低いのだ」と思っていました。しかし今回、シミュレーションで安定性の不足が露わになり、申し訳ない気持ちでいっぱいです。

位相余裕が少ない原因は、初段の 12AX7 のグリッド〜カソード間に挿入された $C_1 = 100 \text{ pF}$ です。 C_1 は、テレビ電波などがアンプに混入するのを防ぐものとされています。

C_1 を省いたときの周波数特性を第 16 図に示します。ピークが消えています。

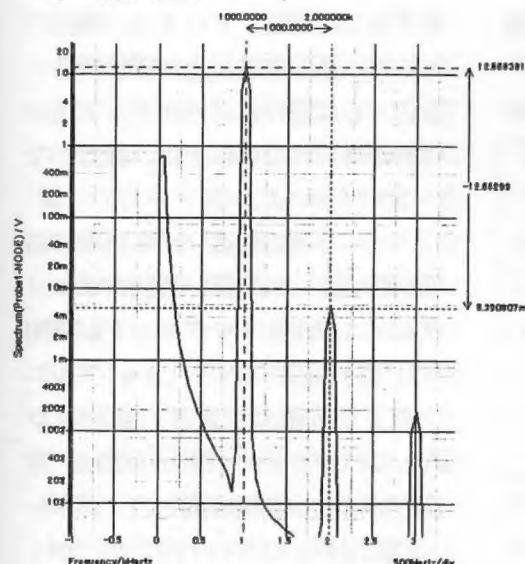
(4) ひずみ率のシミュレーション

原回路(第 1 図)に、 $f = 1 \text{ kHz}$ 片ピーク振幅 = 100 mV のサイン波を入力したときの出力電圧のフーリエ変換結果を第 17 図に示します。

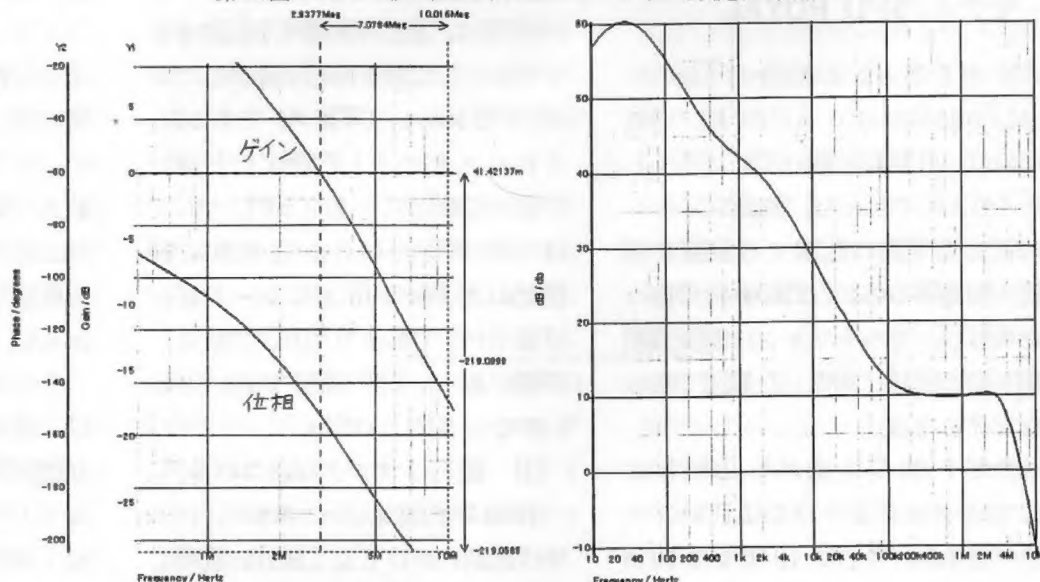
基本成分 = 12.67 V

第 2 調波成分 = 5.39 mV

第 3 調波成分 = $193 \mu\text{V}$



〈第 14 図〉 マランツ #7 イコライザのループ・ゲインを測定する回路



〈第 15 図〉 ループ・ゲインのボーデ線図

となっています。なお、成分は片ピーク値です。したがって、

〈第 16 図〉 C_1 100 pF を除くとピークが消える

- ・第 2 調波ひずみ率 = 0.043%
- ・第 3 調波ひずみ率 = 0.0015%

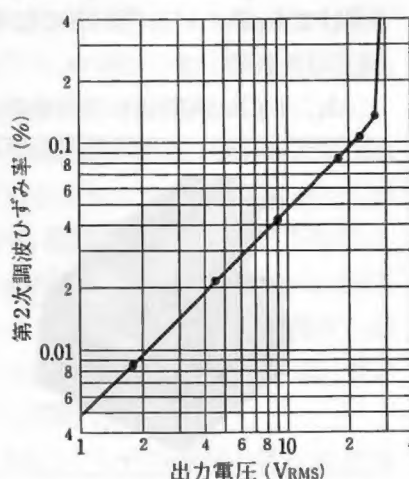
第 2 調波ひずみ率対出力電圧特性を第 18 図に示します。出力電圧は実効値です。無ひずみ最大出力電圧は $27 \text{ V}_{\text{RMS}}$ です。

◇引用文献

ラジオ技術 1962 年 8 月号
「アンプ部品活用マニュアル '81」 p. 234

◇9 月号訂正

p. 152 左段 下から 1 行目
(誤) ポテンショ・メータ
(正) ポテンショメータ



▲〈第 18 図〉 ひずみ率特性

◀〈第 17 図〉 出力電圧のフーリエ解析